

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

Helsinki 11.5.2000

REC'D 07 JUL 2000

WIPO PCT

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENTHakija  
ApplicantFoster Wheeler Energia Oy  
HelsinkiPatenttihakemus nro  
Patent application no

991459

Tekemispäivä  
Filing date

28.06.1999

Kansainvälinen luokka  
International class

F23C

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä ja laite korkeapaineisen hiukasmaisen materiaalin käsittelemiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

*Pirjo Kallio*  
Pirjo Kallio  
Tutkimussihteeri

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

# MENETELMÄ JA LAITE KORKEAPAINEISEN HIUKKASMAISEN MATERIAALIN KÄSITTELEMISEKSI

Esillä oleva keksintö koskee itsenäisten patenttivaatimus-  
5 ten johdanto-osien mukaista menetelmää ja laitetta korkea-  
paineisen hiukkasmaisen materiaalin käsittelemiseksi.

Siten keksintö koskee menetelmää ja laitetta korkeapainei-  
sen reaktorin reaktiotuotteita sisältävän hiukkasmaisen  
10 materiaalin kuljettamiseksi pneumaattisesti, käyttäen kan-  
tokaasuna reaktorista poistuvaa kaasua, vähintään 2 barin  
paineessa olevasta lähtöastiasta huomattavasti matalammas-  
sa paineessa olevaan vastaanottoastiaan laitteistolla, jo-  
hon kuuluu lähtöastiaan liittyvä kuljetuslinja sekä kulje-  
15 tuslinjan ja vastaanottoastian välissä oleva keräysastia.

On yleisesti tunnettua siirtää kiinteää jauhemaista tai  
rakeista materiaalia pneumaattisen kuljetuksen avulla.  
Pneumaattisessa kuljetuksessa kiinteä materiaali siirtyy  
20 putkimaisessa kuljetuslinjassa siinä virtaavan kantokaasun  
kuljettamana. Pneumaattinen kuljetus voi tapahtua laimeana  
suspensiona, jolloin suhteellisen suuri määrä kaasua kul-  
jettaa suhteellisen pienen määrän kiinteää materiaalia,  
tai tiheänä suspensiona, jolloin suhteellisen pieni määrä  
25 kaasua kuljettaa suhteellisen suuren määrän kiinteää mate-  
riaalia.

Yleensä pneumaattinen kuljetus tapahtuu syöttämällä yli-  
paineista kantokaasua kuljetuslinjaan tai aikaansaamalla  
30 alipaine kuljetuslinjan loppupäässä olevaan vastaanotto-  
astiaan. Pneumaattinen kuljetus soveltuu käytettäväksi  
erityisen hyvin tilanteissa, joissa lähtöastia on jo muus-  
ta syystä suuremmassa paineessa kuin vastaanottoastia.  
Tällöin voi olla mahdollista käyttää lähtöastiassa olevaa  
35 kaasua hiukkasmaisen materiaalin kuljetukseen, eikä kanto-

kaasun syöttöä tai astioiden välistä paine-eroa tarvitse erikseen järjestää.

US-patentissa No. 4,699,210 esitetään tapa poistaa paineistetusta leijukerroskattilasta sen hiukkaserottimella erotettua lentotuhkaa siten, että erottimen pohjaosasta johtaa tuhkasiiloon putki, jossa kuljetettavan materiaalin suuntaa muutetaan jyrkästi useita kertoja. Jokaisessa suunnanmuutoksessa kuluu jonkin verran energiaa, minkä vuoksi tuhkaa kuljettavan savukaasun paine laskee asteittain sen kulkiessa hiukkaserottimelta tuhkasiiloon.

Tämän kuljetustavan haittapuolena on, että kuljetuslinjan jyrkät mutkat voivat tukkeutua varsinkin, jos tuhkan lämpötila laskee lähelle kastepistettä. Linjan tukkeutumisen estämiseksi tuhka kuljetetaan laihana suspensiona, jolloin kaasun virtausnopeuden on oltava riittävän suuri, vähintään 10-15 m/s. Tämä aiheuttaa kuitenkin melko suuren kantokaasun kulutuksen ja siten merkittävää energian kulutusta. Lisäksi suuri virtausnopeus voi aiheuttaa voimakasta eroosiota erityisesti linjan suunnanmuutoskohdissa.

US-patentissa No. 4,877,423 kuvataan korkeapaineisen lentotuhkan kuljettamiseen ja jäähdyttämiseen soveltuva kaksivaiheinen pneumaattinen järjestelmä, jonka ensimmäisessä vaiheessa, jossa käytetään kantokaasuna savukaasua, paine laskee vain vähän, tyypillisesti 0-3 bar. Ensimmäisen vaiheen loppuosaan on sovitettu erotin, joka erottaa savukaasun tuhkasta, sekä korkeassa paineessa pidettävä tuhkan varastoastia. Varastoastian jälkeen järjestelmään on sovitettu erillinen venttiilillä erotettu sulkusäiliö, jonka paine voidaan laskea tuhkan edelleen kuljetuksen ja loppujäähdytyksen vaatimalle tasolle.

Esitetty ratkaisu erillisine erottimineen ja kaksine säiliöineen on kuitenkin melko monimutkainen ja kallis. Li-

säksi koko tuhkamäärän käsittelevän erottimen tuhkaulos-  
tulo, jossa ei ole enää kantokaasun virtausta, on altis  
tukkeutumaan varsinkin, jos tuhka on vähänkin tarttuvaa.  
Tämä estää tuhkan tehokkaan jäähdyttämisen ensimmäisessä  
5 vaiheessa.

Tämän keksinnön tavoitteena on saada aikaan menetelmä ja  
laite hiukkasmaisen materiaalin käsittelyyn, jossa edellä  
mainitut tunnetun tekniikan ongelmat on minimoitu.

10 Erityisesti tämän keksinnön tavoitteena on saada aikaan  
yksinkertainen menetelmä ja laite korkeapaineisen ja kuu-  
man hiukkasmaisen materiaalin hallittuun pneumaattiseen  
kuljetukseen ja jäähdytykseen.

15 Lisäksi keksinnön tavoitteena on saada aikaan korkeapai-  
neisen ja kuuman hiukkasmaisen materiaalin pneumaattisen  
kuljetuksen menetelmä ja laite, jossa ei tapahdu ylikuume-  
nemista ja kuljetuslinjan tukkeutumista.

20 Keksinnön tavoitteena on myös saada aikaan menetelmä ja  
laite, jolla voidaan säätää tuhkan siirtonopeutta ja  
vähentää kantokaasun kulutusta.

25 Näiden ongelmien ratkaisemiseksi esitetään hiukkasmaisen  
materiaalin kuljettamiseksi menetelmä, jonka tunnusomaiset  
piirteet on esitetty itsenäisen menetelmävaatimuksen tun-  
nusmerkkiosassa. Siten esillä olevan keksinnön mukaiselle  
menetelmälle on tunnusomaista se, että keräysastiaan liit-  
30 tyy kantokaasun purkautumisyhde ja kaasun virtausnopeutta  
säätävät elimet, ja menetelmä sisältää seuraavat vaiheet:  
(a) kantokaasun virtausnopeutta säätävien elimien avulla  
säädetään painetta keräysastiassa siten, että materiaalia  
kuljetetaan lähtöastiasta keräysastiaan lähes lähtöastian  
35 paineisena ja

(b) materiaalia siirretään keräysastiasta vastaanottoastiaan oleellisesti vastaanottoastian paineisena.

Edellä mainittujen tunnetun tekniikan ongelmien ratkaisemiseksi esitetään myös hiukasmaisen materiaalin kuljettamiseen laitteisto, jonka tunnusomaiset piirteet on esitetty itsenäisen laitevaatimuksen tunnusmerkkiosassa. Siten esillä olevan keksinnön mukaiselle laitteistolle on tunnusomaista, että keräysastiaan liittyy kantokaasun purkautumisyhde, elimet, joilla voidaan säätää kantokaasun purkautumisnopeutta keräysastiasta ja elimet, joilla voidaan säätää keräysastiaan kerätyn hiukasmaisen materiaalin painetta.

Esillä olevan keksinnön mukaisessa kuljetuksessa kaasun virtausnopeus kuljetuslinjassa on edullisesti suhteellisen matala, erityisen edullisesti alle 5 m/s ja hiukasmaista materiaalia kuljetetaan tiheänä suspensionä. Esillä olevaa keksintöä käytettäessä kuljetuslinjan kitkavoimat ovat suhteellisen pieniä, jolloin lähtöastian paineeseen verrattuna suhteellisen pieni lähtöastian ja keräilyastian välinen paine-ero, tyypillisesti alle 1 bar, saa aikaan halutun virtauksen.

Ennen kuljetusta hiukasmaisen materiaali voi olla löyhänä tai tiiviinä kerroksena, esimerkiksi leijukerroksena, lähtöastian pohjalla. Kuljetuslinja voi liittyä lähtöastiaan sen pohjalla tai sivulla.

Hiukasmaista materiaalia voidaan edullisesti jäähdyttää kuljetuslinjassa järjestämällä linja ainakin jossakin tai joissakin osissa koaksiaaliseksi siten, että hiukasmaisen materiaali virtaa sisäputkessa ja jäähdytysväliaine, esimerkiksi vesi tai höyry, ulkoputkessa. Jäähdytettyjen osien välissä voi olla myös sekoitin, jolla varmistetaan, että materiaali jäähtyy tasaisesti. Jäähdytys voidaan myös

toteuttaa tai sitä voidaan lisätä järjestämällä lämmönvaihtopintaa lähtöastiaan, keräilyastiaan tai vastaanottoastiaan.

- 5 Jotta kuljetettava materiaali ei alkaisi paakkuuntua ja aiheuttaa kuljetuslinjan tukkeutumista, sitä ei saa jäähdyttää lähelle kantokaasun kastepistelämpötilaa. Käytettäessä esillä olevan keksinnön mukaista tuhkan kuljetusta, voidaan materiaalin jäähdytystä kuljetuslinjassa jatkaa
- 10 matalampaan lämpötilaan, kun kantokaasuun lisätään savukaasun joukkoon ilmaa. Edullisesti tämä voidaan tehdä siten, että lähtöastian pohjalla olevaa materiaalia leijutetaan ilmalla, jolloin savukaasun osuus kantokaasusta vähenee, vesihöyryn ja happojen osapaine alenee ja kantokaasun
- 15 kastepiste laskee.

- Esillä olevan keksinnön mukaisessa menetelmässä kuljetuskaasun virtaus keräysastiasta säädetään sellaiseksi, että lähtöastian ja keräysastian välille syntyy haluttu materiaalin kuljetusnopeus. Kun kantokaasun purkautumisyhde
- 20 liittyy keräysastiaan, materiaalin kuljetus jatkuu tehokkaana keräysastiaan asti ja kuljetuslinjan tukkeutumisvaara vähenee.

- 25 Seuraavassa kuvataan keksinnön edullisia suoritusmuotoja sovellettuna paineistetun leijupetireaktorin tuhkan kuljetukseen, mutta vastaavia ja muita keksinnön mukaisia suoritusmuotoja voidaan käyttää myös muun tyyppisten reaktorien ja muiden hiukkasmaisten materiaalien yhteydessä.

- 30 Jos kuljetuskaasun annetaan purkautua keräysastiasta suoraan ulkoilmaan, samalla voi purkautua myös huomattava määrä kuljetettavaa hiukkasmaista materiaalia, esimerkiksi tuhkaa. Ensimmäisen edullisen suoritusmuodon mukaan kuljetuskaasun annetaan purkautua keräysastiasta yhden tai
- 35 useamman huokoisen suodatinelementin läpi. Suodatinelemen-

tit voidaan sijoittaa keräysastian sisälle tai erillisiin kaasun poistoputkiin keräysastian ulkopuolelle. Suodatinelementeistä kaasun annetaan purkautua ulkoilmaan tai toiseen oleellisesti vastaanottoastian paineessa, esim. ilmanpaineessa olevaan astiaan. Kaasun virtausta säädetään suodatinelementeistä alavirtaan sijoitetuilla säätöelimillä, jotka voivat olla esimerkiksi säätöventtiili tai kuristuslevyn ja sulkuventtiilin tai säätöventtiilin ja sulkuventtiilin yhdistelmä.

10

Suodattimelle kantokaasun mukana kulkeutuva tuhka saattaa alkaa haitata tai jopa estää kaasun virtausta. Tämän välttämiseksi keräilyastia muotoillaan laskeutumiskammiksi, jolloin se toimii tuhkan esierottimena. Koska kantokaasun mukana kaikesta huolimatta kulkeutuu jonkin verran tuhkaa, suodatinelementtejä voidaan edullisesti puhdistaa niiden pinnalle kertyneestä materiaalista korkeapaineisilla kaasupulsseilla.

15

Toisen edullisen suoritusmuodon mukaan keräilyastian kaasun annetaan purkautua sopivan kokoisen suuttimen aukon läpi suoraan vastaanottoastiaan. Tällöin kaasun mukana kulkeutuva tuhka ei pääse ympäristöön vaan se ohjautuu vastaanottoastiaan. Tämän suoritusmuodon haittapuolena saattaa olla tuhkan aiheuttama suuttimen aukon eroosio tai tukkeutuminen. Ongelman eliminoimiseksi suuttimet voidaan edullisesti tehdä helposti vaihdettaviksi.

25

Tuhkan virtausnopeuden säätämiseksi kaasun purkautumisjärjestelmä käsittää edullisesti kaksi tai useampia rinnakkain sovitettuja, samankokoisen tai erikokoisen aukon käsittäviä kaasunpurkautumiskanavia keräysastian ja vastaanottoastian välillä. Kantokaasun purkautumiskanavissa on venttiilit, joita sulkemalla ja avaamalla voidaan säätää kaasun purkautumista ja tuhkan virtausta kuljetuslinjassa.

30

35



Kun kaasu purkautuu vastaanottoastiaan, täytyy vastaanottoastiassa olla kaasun purkautumisaukko esimerkiksi ulkoilmaan sekä suodatin, joka estää tuhkan pääsyn purkautumisaukosta.

5

Esille olevan keksinnön edellä mainittujen ensimmäisen ja toisen edullisen suoritusmuodon mukaista tuhkan kuljetusjärjestelmää käytetään edullisesti jaksottaisesti siten, että tuhkaa kerätään keräysastiaan kunnes sen pinta saavuttaa tietyn ennaltamäärätyn tason. Sen jälkeen keräysastiaan kerätty tuhka poistetaan vastaanottoastiaan.

10

Koska vastaanottoastia on tyypillisesti ilmanpaineessa tai tai ainakin selvästi pienemmässä paineessa kuin keräysastia tuhkan siirron aikana, poistettavan materiaalin paine on ennen keräysastian tyhjentämistä laskettava ainakin lähelle vastaanottoastian painetta. Keräysastian paineen alentamista varten tuhkan kuljetuslinjaan, edullisesti sen keräysastian puoleiseen päähän, voidaan sovittaa sulkuventtiili, joka tekee mahdolliseksi erottaa keräysastia kuljetuslinjasta.

20

Edullisesti keräysastian tyhjennys aloitetaan sulkemalla kaasun purkautumista keräilyastiasta säättävä venttiili. Tällöin kaasun paine keräysastiassa nousee oleellisesti samaksi kuin lähtöastian kaasun paine ja tuhkan virtaus kuljetuslinjassa pysähtyy. Sen jälkeen kuljetuslinjaan sovitettu sulkuventtiili suljetaan ja keräilyastian kaasun purkautumista säättävä venttiili avataan uudelleen, jolloin kaasun paine keräysastiassa laskee. Kun paine on riittävän matala, kerätty tuhka siirretään keräysastiasta vastaanottoastiaan.

25

30

Keräilyastia voidaan edullisesti sovittaa vastaanottoastian yläpuolelle, jolloin, kun on annettu keräilyastian

35

paineen laskea samaksi kuin vastaanottoastian paine, tuhkan voidaan antaa pudota suoraan vastaanottoastiaan.

Tuhka voidaan siirtää keräilyastiasta vastaanottoastiaan myös muilla tavoilla, esimerkiksi ruuvin avulla tai pneumaattisesti, jolloin keräilyastian paine voi painetta laskettaessa jäädä myös vähän korkeammaksi kuin vastaanottoastian paine ja kantokaasua voidaan käyttää kuljetukseen vastaanottoastiaan.

10

Keksinnön kannalta oleellista on, että kuljetuslinjaan sovitettua venttiiliä ei käytetä tuhkan kuljetusnopeuden säätöön vaan ainoastaan keräysastian erottamiseen kuljetuslinjasta sen jälkeen kun tuhkan virtaus on jo pysäytetty kaasun purkautumista säättävien venttiilien avulla.

15

Keräysastian tyhjentämistä varten tapahtuvan tuhkan kuljetuksen pysäyttämisen lisäksi kaasun purkautumista säättäviä venttiilejä voidaan edullisesti käyttää myös tuhkan kuljetusnopeuden säätöön. Erityisen edullisesti kuljetusnopeutta muutetaan jaksottaisesti, esimerkiksi siten, että kuljetus tapahtuu oleellisesti vakionopeudella, mutta tietyin aikaväleihin se pysäytetään kokonaan. Tällä tavoin voidaan estää lämpötilan liiallinen nousu tai lasku sekä ehkäistä tuhkan kuljetusta vaikeuttavien kasaantumien syntymistä. Jos tuhkaa kertyy vähän, ajoittaisella tuhkankuljetuksella voidaan myös säästää kantokaasua ja siten parantaa laitoksen tehokkuutta.

25

Tuhkankuljetuksen ajoittaista pysäyttämistä voidaan ohjata tiettyjen kuljetusjärjestelmästä mitattavien suureiden perusteella. Esimerkiksi tuhkan siirto voidaan pysäyttää, kun keräysastiaan saapuvan tuhkan lämpötila tai lähtöastian ja keräysastian välinen paine-ero on liian suuri tai liian pieni. Liian korkea lämpötila ilmaisee, että kuljetettavan tuhkan määrä on niin suuri, että jäähdytys

35

ei ehdi laskea sen lämpötilaa riittävästi. Liian korkea paine-ero ilmaisee, että linja saattaa olla tukkeutumassa, minkä tilanteen laukaisemiseksi hallitusti on kaasun poisto keräilyastiasta väliaikaisesti suljettava.

5

Liian pieni paine-ero tai saapuvan tuhkan lämpötila taas voivat ilmaista, että tuhkan kuljetus on vähäistä - todennäköisesti sen takia, että lähtöastiassa ei ole tuhkaa.

Tällöin kannattaa kantokaasun ja energian säästämiseksi

10 lopettaa kuljetus väliaikaisesti. Liian kylmäksi jäähtyvä tuhka lisää myös kuljetuslinjan tukkeutumisen vaaraa.

Edullisesti keräysastiaan saapuvan tuhkan lämpötila on alle 300 Celsius-astetta, erityisen edullisesti 100-200 Celsius-astetta. Lähtöastian ja keräysastian välinen

15 paine-ero on edullisesti 0,1-1,0 bar tai alle 0,3 bar kutakin kuljetuslinjan 10 m kohti.

Edellä kuvattuja esillä olevan keksinnön ensimmäisen ja toisen edullisen suoritusmuodon mukaisia kuljetustapoja

20 voidaan käyttää esimerkiksi materiaalin polttoon tai kaasutukseen käytettävän paineistetun leijupetireaktorin savukaasun suodatinyksikön erottaman lentotuhkan poiskuljetukseen.

25 Keksinnön kolmannen edullisen suoritusmuodon mukaan keräilyastia on muodoltaan putkimainen ja sovitettu pystyasentoon siten, että tuhka tulee keräilyastiaan sen yläosasta. Tyypillisesti keräilyastian korkeuden ja halkaisijan suhde on vähintään 5, edullisemmin vähintään 10, mutta se voi

30 edullisesti olla myös yli 30. Tällöin edullisesti ensimmäinen suodattimella varustettu kaasun purkautumisputki on sovitettu astian alaosaan ja tuhkan poistojärjestelmä astian pohjalle. Mahdollisesti astiassa on useita kaasun purkautumisputkia eri korkeustasoilla. Purkautumisputkiin

35 liitettävä suodatin voidaan edullisesti sovittaa putki-

maisen keräilyastian sisään, kosketuksiin kuljetetun materiaalin kanssa.

Käytettäessä kolmannen edullisen suoritusmuodon mukaista  
 5 tuhkanpoistojärjestelmää tuhkanpoistoa keräysastiasta säädetään edullisesti siten, että putkimaisessa keräysastias-  
 sa on likimain vakiokorkeuden omaava tuhkapatsas. Kun kul-  
 jetuskaasu kulkee tuhkapatsaan läpi, sen paine laskee il-  
 man erillisiä elimiä siten, että keräysastian alaosasta  
 10 tuhkaa voidaan siirtää suoraan esimerkiksi ilmanpaineiseen  
 tuhkasiiloon. Tällainen kuljetusjärjestelmä sopii erityi-  
 sesti karkean pohjatuhkan poistoon esimerkiksi materiaalin  
 polttoon tai kaasutukseen käytettävän leijupetireaktorin  
 tulipesästä.

15 Edellä kuvatun kolmannen edullisen suoritusmuodon mukainen  
 keräysastia voidaan myös mitoittaa siten, että sen yli-  
 täyttö estyy itsesäätyvästi. Tällöin astian halkaisija ja  
 korkeus on oltava sellaiset, että ennen kuin astiassa ole-  
 20 van tuhkapatsaan korkeus on liian suuri, ilman kulku sen  
 läpi hidastuu oleellisesti, jolloin tuhkan kuljetus keräi-  
 lyastiaan oleellisesti vähenee tai jopa pysähtyy.

Kaikissa edellä kuvatuissa suoritusmuodoissa kuljetuslinja  
 25 voi koostua osista, jotka ovat missä tahansa asennossa,  
 pystysuorassa, vaakasuorassa tai vinossa. Tarvittaessa  
 hiukkasmaisen materiaalin virtausta kuljetuslinjassa, eri-  
 tyisesti linjan taivutuskohdissa, voidaan avustaa syöttä-  
 mällä linjaan jatkuvasti tai ajoittain pieniä määriä kul-  
 30 jetuskaasua, esimerkiksi ilmaa.

Keksinnölle on tunnusomaista, että tuhkan kuljetuslinjassa  
 ei ole tuhkan kuljetusnopeuden säätöön tarkoitettuja vent-  
 tiilejä. Linjassa voi olla sulkuventtiilejä, jotka on  
 35 tarkoitettu käytettäväksi, kun jokin systeemin osa halu-  
 taan esimerkiksi huollon vuoksi erottaa muista osista.

Keksintöä selostetaan seuraavassa lähemmin viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

5 Kuvio 1 esittää kaaviomaisesti keksinnön ensimmäisen edullisen suoritusmuodon mukaista tuhkankuljetusjärjestelmää.

10 Kuvio 2 esittää kaaviomaisesti keksinnön toisen edullisen suoritusmuodon mukaisen tuhkankuljetusjärjestelmän loppuosaa.

15 Kuvio 3 esittää esittää kaaviomaisesti keksinnön kolmannen edullisen suoritusmuodon mukaisen tuhkankuljetusjärjestelmän loppuosaa.

20 Kuviossa 1 esitetään keksinnön ensimmäisen edullisen suoritusmuodon mukainen tuhkankuljetusjärjestelmä, jonka lähtöastia 10, tuhkankuljetuslinja 20 ja vastaanottoastia 40 voivat olla samanlaisia myös muissa edullisissa suoritusmuodoissa. Eri suoritusmuodot eroavat toisistaan lähinnä siinä, miten kantokaasun purkautuminen keräysastiasta 30 ja kerätyn materiaalin paineen laskeminen on järjestetty.

25 Keksinnölle on luonteenomaista, että reaktorin reaktiotuotteita sisältävää hiukkasmaista materiaalia kuljetetaan pneumaattisesti vähintään 2 barin paineessa, tyypillisesti 6-20 barin paineessa, olevasta lähtöastiasta 10 esimerkiksi ilmanpaineessa olevaan vastaanottoastiaan 40 käyttäen  
30 kantokaasuna reaktorin poistokaasua. Tyypillisesti keksintöä sovellettaessa lähtöastian tilavuus on suurempi kuin kuljetuslinjan tilavuus ja voidaan olettaa, että lähtöastian paine on vakio.

35 Lähtöastia 10 voi olla esimerkiksi korkeapaineisen leijupetireaktorin lentotuhkan suodattimen pohjaosa tai se voi

olla osa leijupetireaktorin pohjatuhkan poistojärjestelmää. Ensimmäisessä tapauksessa lähtöastiaan kertyvä tuhka 12 on jauhemaista, kokoonpuristuvaa lentotuhkaa, kun taas jälkimmäisessä tapauksessa tuhka voi olla karkeata. Kuljetettavan materiaalin laatu on huomioitava kun valitaan suoritusmuoto ja tapa, jolla keksinnön mukaista järjestelmää käytetään.

Lähtöastiassa tuhkan lämpötila on tyypillisesti 400-1200 Celsius-astetta ja astiaan voi tuhkan esijäähdyttämiseksi olla sovitettu lämmönvaihtopintoja 14, esimerkiksi lämmönvaihtoputkisto, jossa kiertää vettä tai höyryä.

Tuhka kuljetetaan putkimaisessa kuljetuslinjassa 20, johon voi olla sovitettu lämmönvaihtopintaa, esimerkiksi linjaa ainakin joiltakin osin peittävä vaippa 22, johon on sovitettu elimet 24, 26 lämmönvaihtoväliaineen, esimerkiksi veden tai höyryn, kierrättämiseksi. Lämmönvaihtopinnoilla 22 tuhkan lämpötila voidaan laskea esimerkiksi 150-300 Celsius-asteeseen.

Lähtöastian pohjalle voi olla sovitettu elimet 16 leijutuskasun, esimerkiksi ilman, syöttämiseksi. Niillä voidaan estää tuhkan holvautumisen aiheuttama lähtöastian alaosan tukkeutuminen. Lisäksi leijutusilmaa voi sekoittaa kuljetuksessa käytettävään kantokaasuun ja laskea sen kaste pistettä. Siten voidaan ehkäistä tuhkan jäähdyttämisen aiheuttamasta kostumisesta johtuvaa kuljetuslinjan tukkeutumista.

Kuviossa 1 kuljetuslinja 20 alkaa lähtöastian alapuolelta, kääntyy vaakasuoran osan jälkeen ylös ja johtaa uudelleen vaakasuorana keräilyastian 30 päälle. Käytännössä kuljetuslinja voi koostua missä tahansa asennossa olevista osista. Linjan tukkeutumisvaaran välttämiseksi voi olla tarpeen ajoittain tai jatkuvasti lisätä linjan joihinkin

kohtiin, erityisesti linjan taivutuskohtiin, pieniä määriä kuljetuskaasua 28, esimerkiksi ilmaa.

5 Tuhkan kuljetuslinja 20 päättyy keräilyastiaan 30, johon on liitetty kantokaasun purkautumisyhde 50. Kuljetuslinjassa 20 on edullisesti jonkin verran keräysastian sisään ulottuva jatko-osa 32, joka suuntaa tuhkan keräysastian 30 pohjalle ja vähentää sen todennäköisyyttä joutua kaasun mukana purkautumisyhteeseen 50. Keräysastia 30 on myös  
10 muotoiltu siten, että kantokaasun nopeus hidastuu oleellisesti sen saapuessa kuljetuslinjan 20 jatko-osasta 32 keräysastiaan. Siten keräysastia toimii tuhkan laskeutumiskammiona, joka erottaa huomattavan osan kantokaasun kuljettamasta tuhkasta.

15 Kuviossa 1 esitetyssä suoritusmuodossa purkautumisyhteessä 50 on suodatin 52 ja säätöventtiili 54, jolla voidaan säätää purkautuvan kantokaasun 56 virtausnopeutta. Purkautumisyhde johtaa edullisesti ulkoilmaan tai oleellisesti ulkoilman paineessa olevaan tilaan. Jos vastaanottoastia on  
20 jossain muussa paineessa kuin ilmanpaineessa, on edullista, että purkautumisyhde 50 johtaa tilaan, jossa on oleellisesti sama paine kuin vastaanottoastiassa.

25 Koska kantokaasun mukana voi kulkeutua tuhkaa suodattimelle 52, suodattimeen on liitetty elimet 60, joilla voidaan aika ajoin antaa suodattimen puhtaalle puolelle kaasupulseja suodattimen puhdistamiseksi.

30 Kuvion 1 mukaisessa suoritusmuodossa keräysastia 30 on sovitettu välittömästi vastaanottoastian 40 yläpuolelle. Keräysastia 30 on erotettu vastaanottoastiasta 40 kaasutiiviillä venttiilillä 34. Myös keräysastian 30 ja kuljetuslinjan 20 välillä on kaasutiivis venttiili 36.

Esille olevalle keksinnölle on tunnusomaista, että säätö-venttiilillä 54 säädetään kaasun purkautumisnopeus sellaiseksi, että tuhkaa kuljetetaan linjassa 20 tiheänä suspensiona, kantokaasun virtausnopeuden ollessa alle 5 m/s.

- 5 Tällöin kuljetuksen aiheuttama eroosio ja kantokaasun kulutus ovat suhteellisen vähäisiä. Kuljetuksen aikana venttiili 34 on kiinni ja venttiili 36 auki. On huomattava, että venttiiliä 36 ei käytetä tuhkan kuljetusnopeuden säätöön tai sen pysäyttämiseen.

10

- Kuvion 1 mukaisessa ratkaisussa on myös lähtöastian 10 ja kuljetuslinjan 20 välillä venttiili 18. Järjestelmä voi sisältää tällaisen, ja mahdollisesti muitakin kuvioon merkitsemättömiä venttiilejä, joilla ei ole merkitystä esillä olevan keksinnön kannalta. Venttiiliä 18 voidaan 15 tarvita esimerkiksi järjestelmää huollettaessa, mutta normaaleissa käyttötilanteissa venttiili on auki.

- Kun keräysastiaan 30 liitetty pinnankorkeusanturi 38 ilmaisee, että keräysastia alkaa täyttyä, pysäytetään tuhkan siirto. Sitä varten lopetetaan kantokaasun virtaus sulke- 20 malla venttiili 54. Kun tuhkan kuljetus on pysähtynyt, suljetaan venttiili 36. Tämän jälkeen avataan venttiili 54 uudelleen ja annetaan keräysastian paineen laskea oleellisesti samaksi kuin vastaanottoastian paine, minkä jälkeen 25 tuhka voidaan pudottaa vastaanottoastiaan avaamalla venttiili 34.

- Tuhkan kuljetuksen uudelleen aloittamiseksi suljetaan 30 venttiili 34, avataan venttiili 36 ja säädetään venttiilillä 54 tuhkan virtausnopeus jälleen haluttuun arvoon. Venttiilin 36 säästämiseksi voi ennen sen avaamista olla tarpeen nostaa keräysastian paine oleellisesti samaksi kuin lähtöastian 10 paine. Tämä voidaan edullisesti tehdä 35 kaasun purkautumisyhteen 50 suodattimeen 52 puhdistuspulseja tuottavan järjestelmän 60 avulla. Samalla puhdiste-



taan myös suodatinta sen pinnalle mahdollisesti edellisellä keräysastian täyttöjaksolla jääneestä tuhkasta. Vastanottoastiassa voi olla lämmönvaihtopintoja 44 tuhkan loppujäähdytystä varten ja astian pohjalla aukko tuhkan poistoa 46 varten.

Keksinnön mukaista tuhkankuljetusjärjestelmää käytetään edullisesti myös keräysastian 30 tyhjennysten välillä jaksottaisesti siten, että seurataan kuljetuslinjan 20 lopusta keräysastiaan 30 saapuvan tuhkan lämpötilaa  $T_1$  sekä lähtöastian ja keräysastian välistä paine-eroa  $\Delta p$ . Kun  $T_1$  tai  $\Delta p$  ei ole ennalta määrätyissä rajoissa, pysäytetään venttiilillä 54 kantokaasun purkautuminen ja tuhkan kuljetus. Joskus voi olla riittävää, että tuhkan kuljetus tehdään ennalta määrätyllä tavalla jaksottaisesti. Tuhkan kuljetus voidaan pysäyttää myös, kun havaitaan, että tuhkan määrä lähtöastiassa alittaa ennalta määrätyn tason.

Kuvio 2 esittää kaaviomaisesti keksinnön toisen edullisen suoritusmuodon mukaisen tuhkankuljetusjärjestelmän loppuosaa. Siinä keräysastia 130, vastaanottoastia 140, venttiilit 136 ja 134 sekä kuviosta puuttuvat osat ja ovat samankaltaiset kuin vastaavat osat Kuvion 1 esittämässä suoritusmuodossa. Tämä suoritusmuoto on myös käyttöperiaatteeltaan samanlainen kuin Kuvion 1 esittämä suoritusmuoto.

Kuvion 2 esittämä toinen edullinen suoritusmuoto poikkeaa Kuvion 1 esittämästä ensimmäisestä edullisesta suoritusmuodosta siinä, että kantokaasun purkautumisyhde on yhteydessä vastaanottoastiaan 140. Näin myös kantokaasun mukana kulkeutuva tuhka ohjataan vastaanottoastiaan 140. Luonnollisesti Kuvion 2 mukaista toista edullista suoritusmuotoa käytettäessä vastaanottoastiassa on oltava kaasun purkautumisyhde 162, esimerkiksi ulkoilmaan, ja suodatin 162, joka estää tuhkaa kulkeutumasta ulos.

Kuvion 2 esittämässä suoritusmuodossa purkautumisyhde jakaantuu kolmeksi rinnakkaiseksi yhteeksi 150, 150' ja 150'', jotka yhtyvät yhdeksi yhteeksi 160 ennen liittymistään vastaanottoastiaan 140. Koska kantokaasun mukana kulkeutuva tuhka voisi heikentää säätöventtiilin toimintakuntoa, on Kuvion 1 säätöventtiili 54 korvattu kestävämmillä sulkuventtiileillä 154, 154' ja 154'' sekä keskenään samanlaisilla tai erilaisilla, kaasun virtausta rajoittavilla kriittisillä aukoilla 158, 158' ja 158''. Luonnollisesti rinnakkaisten yhteiden lukumäärä voi olla myös muu kuin kolme.

Kuvion 2 esittämässä suoritusmuodossa tuhkan kuljetusnopeutta voidaan säätää avaamalla tarpeellinen määrä sulkuventtiileistä 154, 154' ja 154''. Jos tuhkaa kuljetetaan jaksottaisesti, kuljetuksen määrää voidaan säätää myös jaksojen kestoja muuttamalla, jolloin ei tarvita kuin yksi purkautumisyhde, sulkuventtiili ja kriittinen aukko.

Kuvio 3 esittää kaaviomaisesti keksinnön kolmannen edullisen suoritusmuodon mukaisen tuhkan kuljetusjärjestelmän loppuosaa. Tässä suoritusmuodossa kuljetuslinjan lopussa oleva keräysastia 230 on kapea ja korkea, vaikkakin sen halkaisija on suurempi kuin kuljetuslinjan halkaisija. Keräysastian korkeuden suhde halkaisijaan on edullisesti vähintään 5, erittäin edullisesti vähintään 10.

Tuhkaa kuljetettaessa keräysastiassa pidetään tuhkapatsasta, joka ulottuu edullisesti ainakin astian keskiosaan asti. Kuvion esittämässä suoritusmuodossa tuhkan virtausta säädetään keräysastian keskiosaan liittyvällä kantokaasun purkautumisyhteellä 250, jossa purkautuvan kantokaasun määrää voidaan säätää venttiilillä 254. Purkautumisyhteen keräysastian puoleiseen päähän on sovitettu suodatin 252, joka estää tuhkan pääsyn purkautumisyhteeseen 250. Kun suodatin sovitetaan kuvan mukaisesti alaspäin virtaavan

tuhkapatsaan sisälle, liikkuva tuhka samalla puhdistaa suodattimen ulkopintaa ja estää suodattimen tukkeutumista.

5 Toinen etu, joka saavutetaan sovittamalla purkautumisyh-  
teen alkupää tuhkapatsaan alueella on, että purkautumisyh-  
teen liittymäkohdan yläpuolella oleva tuhkapatsaan osa  
toimii myös kantokaasun virtauksen rajoittajana. Tällöin  
tuhkan kuljetus toimii osittain itsesäätyvästi sillä, kun  
keräysastia alkää täyttyä, korkea tuhkapatsas hidastaa  
10 kaasun virtausta ja vähentää tai jopa pysäyttää tuhkan  
kuljetuksen.

Purkautumisyhde 250 voidaan sovittaa myös keräysastian  
yläosaan, jolloin se toimii kuin Kuviossa 1 esitetyn en-  
15 simmäisen edullisen suoritusmuodon mukainen purkautumisyh-  
de. On myös mahdollista liittää purkautumisyhde 250 kerä-  
ysastian 230 alaosaan, jolloin tuhkapatsaan kaasuvirtausta  
säättävä vaikutus on suurimmillaan.

20 Kuviossa 3 on esitetty myös toinen kaasun purkautumisyhde  
260, jossa on suodatin 262 ja säätöventtiili 264. Purkau-  
tumisyhteen 260 tarkoitus on päästää keräysastian alaosas-  
ta purkautuva kantokaasu 266 lähes esteettä ulkoilmaan,  
toisin sanoen tuhkaa siirrettäessä venttiili 264 ei oleel-  
25 lisesti rajoita kaasun virtausta. Tällä tavoin saadaan ke-  
räysastian 230 alaosa ulkoilman paineeseen ja tuhka 272  
voidaan helposti poistaa keräysastian alaosasta vastaanot-  
toastiaan esimerkiksi sulkusyöttimellä 270. Keräysastian  
alaosassa oleva tuhkan purkautumislaitte voi olla myös jo-  
30 kin muu, esimerkiksi kuljetusruuvi tai L-venttiili. Pai-  
neen taseus keräysastiassa voidaan tehdä myös monessa vai-  
heessa, jolloin keräysastiaan sovitetaan useampia kuin  
tässä esitetyt kaksi kaasun purkautumisyhdettä.

35 Kuviossa 3 on myös esitetty keräysastian yläosaan sovitet-  
tu pinnankorkeusanturi 238 sekä laitteisto 258, jolla voi-  
daan syöttää suodattimiin 252 ja 262 korkeapaineisia puh-

distuspulsseja. Keräysastiaa voidaan käyttää siten, että sulkusyöttimen 270 avulla sen tuhkapatsaan yläpinta pidetään jatkuvasti halutulla ennalta määrätyllä tasolla. Toi-  
nen mahdollisuus on, että sulkusyötintä käytetään jaksot-  
5 taisesti siten, että tuhkan pinnankorkeus pysyy tietyissä ennalta määrätyissä rajoissa.

Käynnistettäessä Kuvion 3 mukaista tuhkan käsittelyjärjes-  
telmää, keräysastiaan voidaan syöttää erillisellä yhteel-  
10 lä, jota ei ole esitetty Kuviossa 3, esimerkiksi hiekkaa, jolloin käynnistysvaiheessa hiekkapatsas rajoittaa kaasun virtausta.

Keksintöä on edellä kuvattu tällä hetkellä edullisimpina  
15 pidettyjen suoritusmuotojen yhteydessä, mutta on ymmärret-  
tävä, että keksintö ei rajoitu näihin vaan kattaa myös  
lukuisia muita sovellutuksia jäljempänä esitettyjen pa-  
tenttivaatimusten määrittelemän suojapiirin puitteissa.  
Esimerkiksi useita tuhkan kuljetuslinjoja voi johtaa samaan  
20 keräysastiaan.

## Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä korkeapaineisen reaktorin reaktiotuotteita sisältävän hiukasmaisen materiaalin kuljettamiseksi pneumaattisesti, käyttäen kantokaasuna reaktorista poistuvaa kaasua, vähintään 2 barin paineessa olevasta lähtöastiasta huomattavasti matalammassa paineessa olevaan vastaanottoastiaan laitteistolla, johon kuuluu lähtöastiaan liittyvä kuljetuslinja sekä kuljetuslinjan ja vastaanottoastian välissä oleva keräysastia, **tunnettu** siitä, keräysastiaan liittyy kantokaasun purkautumisyhde ja kantokaasun virtausnopeutta säättävät elimet, ja menetelmä sisältää seuraavat vaiheet:

(a) kantokaasun virtausnopeutta säättävien elimien avulla säädetään painetta keräysastiassa siten, että materiaalia kuljetetaan lähtöastiasta keräysastiaan lähes lähtöastian paineisena ja

(b) materiaalia siirretään keräysastiasta vastaanottoastiaan oleellisesti vastaanottoastian paineisena.

20

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä hiukasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että vaihe (a) toteutetaan kuljettamalla hiukasmaista materiaalia tiheänä suspensiona siten, että kuljetuslinjassa kantokaasun virtausnopeus on alle 5 m/s ja paineen lasku 0,1-1,0 bar.

25

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä hiukasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että lähtöastiassa hiukasmaisen materiaalin lämpötila on 400-1200 Celsius-astetta ja kuljetuslinjassa on lämmönvaihtopintoja, joiden avulla vaiheessa (a) hiukasmaisen materiaalin lämpötila lasketaan alle 300 Celsius-asteeseen.

30

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä hiukasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että lähtöas-

35

tiassa hiukkasmaista materiaalia leijutetaan ilmalla, jota sekoittuu kantokaasuun alentaen kantokaasun kastepistettä.

5 5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että kantokaasun purkautumisyhteeseen on sovitettu suodatin, kaasun virtausnopeutta säätäviin elimiin kuuluu kaasun virtaus-suunnassa suodattimen jälkeen sovitettu säätöventtiili ja vaiheessa (a) kantokaasu purkautuu keräysastiasta oleellisesti vastaanottoastian paineessa olevaan tilaan.

15 6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että vaiheessa (a) kantokaasu purkautuu keräysastiasta vastaanottoastiaan.

20 7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että keräysastian ja vastaanottoastian välillä on rinnakkain useampia kuin yksi kantokaasun purkautumiseen käytettäviä linjoja, joissa linjoissa on kiinteästi auki oleva virtausta rajoittava elin ja sulkuventtiili, ja purkautumisnopeuden säätö tapahtuu sulkuventtiilejä avaamalla ja sulkemalla.

25 8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että virtausta rajoittavat elimet ovat helposti vaihdettavia.

30 9. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että keräysastia on muodoltaan pitkänomainen ja se on sovitettu pystyasentoon, keräysastiassa ylläpidetään hiukkasmaisen materiaalin patsasta ja kantokaasun purkautumisyhde liittyy keräysastiaan hiukkasmaisen materiaalin patsaan alaosan  
35 kohdalla.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että kantokaasun purkautumisyhteitä on useampia kuin yksi ja niitä liittyy keräysastiaan hiukkasmaisen materiaalin patsaan eri korkeustasoilla.

11. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että hiukkasmaisen materiaalin patsaan alaosassa paine on likimain sama kuin vastaanottoastiassa ja vaihe (b) tapahtuu ajoittain tai jatkuvasti keräilyastian alaosasta.

12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että kuljetuslinjassa ennen keräysastiaa on kaasutiivis tuloventtiili sekä keräysastian ja vastaanottoastian välillä kaasutiivis poistovenktiili, vaiheita (a) ja (b) suoritetaan vuorotellen ja vaihe (b) sisältää seuraavat alivaiheet:

b1) kantokaasun virtausta säättävien elimien avulla pysäytetään kantokaasun purkautuminen keräysastiasta, minkä johdosta hiukkasmaisen materiaalin kuljetus lakkaa,

b2) ennen keräysastiaa oleva sulkuventtiili suljetaan,

b3) annetaan kantokaasun jälleen purkautua keräysastiasta kunnes keräysastian paine on laskenut likimain samaksi kuin vastaanottoastian paine,

b4) avataan poistovenktiili ja siirretään hiukkasmaisen materiaali keräysastiasta vastaanottoastiaan, ja

b5) suljetaan poistovenktiili, avataan tuloventtiili ja palataan vaiheeseen (a).

13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että keräysastia on sovitettu vastaanottoastian yläpuolelle ja vaiheessa (b) hiukkasmaisen materiaalin annetaan pudota vastaanottoastiaan.

14. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että vaiheessa (a) kantokaasun virtausnopeutta muutetaan ajoittain siten, että kuljetus pysäytetään ennalta asetetuksi ajaksi säännöllisin aikaväleihin tai kun keräysastian paine tai keräysastiaan saapuvan materiaalin lämpötila ei ole ennalta asetetuissa rajoissa.

15. Laitteisto korkeapaineisen reaktorin reaktiotuotteita sisältävän hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi pneumaattisesti vähintään 2 barin paineessa olevasta lähtöastiaasta huomattavasti matalammassa paineessa olevaan vastaanottoastiaan, johon laitteistoon kuuluvat lähtöastiaan liittyvä kuljetuslinja sekä kuljetuslinjan ja vastaanottoastian välissä oleva keräysastia, **tunnettu** siitä, keräysastiaan liittyy kantokaasun purkautumisyhde, elimet, joilla voidaan säätää kantokaasun purkautumisnopeutta keräysastiasta ja elimet, joilla voidaan säätää keräysastiaan kerätyn hiukkasmaisen materiaalin painetta.

16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen laitteisto hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että kuljetuslinjassa on lämmönvaihtopintoja.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen laitteisto hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että lähtöastiassa on elimet hiukkasmaisen materiaalin leijuttamiseksi siten, että leijutukseen käytettävää ilmaa sekoittuu kantokaasuun alentaen kantokaasun kastepistettä.

18. Patenttivaatimuksen 15 mukainen laitteisto hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että kantokaasun purkautumisyhteeseen on sovitettu suodatin, kantokaasun virtausnopeutta säätäviin elimiin kuuluu kaasun virtaussuunnassa suodattimen jälkeen sovitettu säätövent-



tiili ja kantokaasun purkautumisyhde on virtausyhteydessä ulkoilmaan.

5 19. Patenttivaatimuksen 15 mukainen laitteisto hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että kantokaasun purkautumisyhde on virtausyhteydessä vastaanottoastiaan.

10 20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen laitteisto hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että keräysastian ja vastaanottoastian välillä on rinnakkain useampia kuin yksi kantokaasun purkautumiseen käytettäviä linjoja, joissa linjoissa on kiinteästi auki oleva virtausta rajoittava elin ja sulkuventtiili.

15

21. Patenttivaatimuksen 20 mukainen laitteisto hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että virtausta rajoittavat elimet ovat helposti vaihdettavia.

20 22. Patenttivaatimuksen 15 mukainen laitteisto hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että keräysastia on muodoltaan pitkänomainen, se on sovitettu pystyasentoon ja kantokaasun purkautumisyhde liittyy keräysastian alaosaan.

25

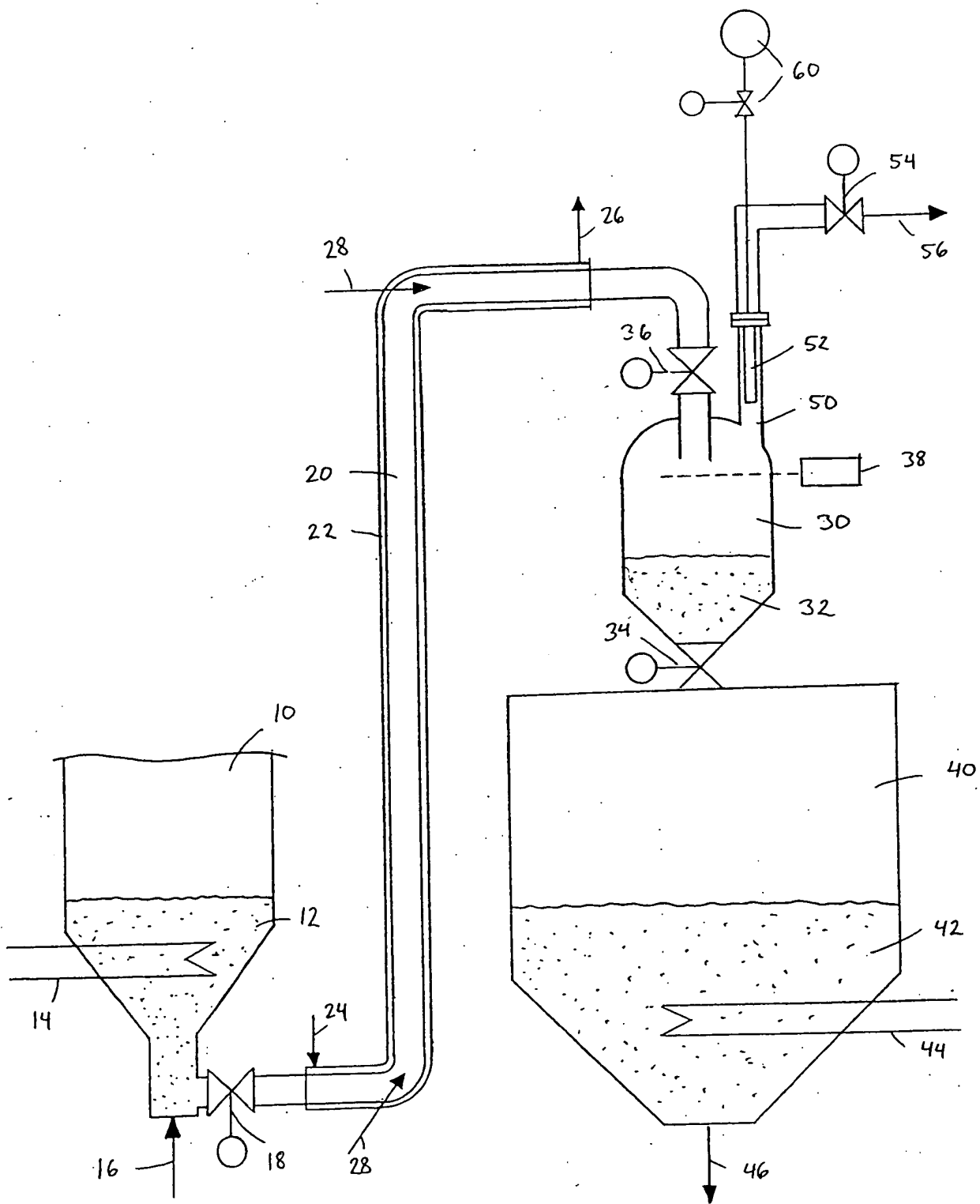
23. Patenttivaatimuksen 22 mukainen laitteisto hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että kantokaasun purkautumisyhteitä on useampia kuin yksi ja niitä liittyy keräysastiaan eri korkeustasoilla.

30

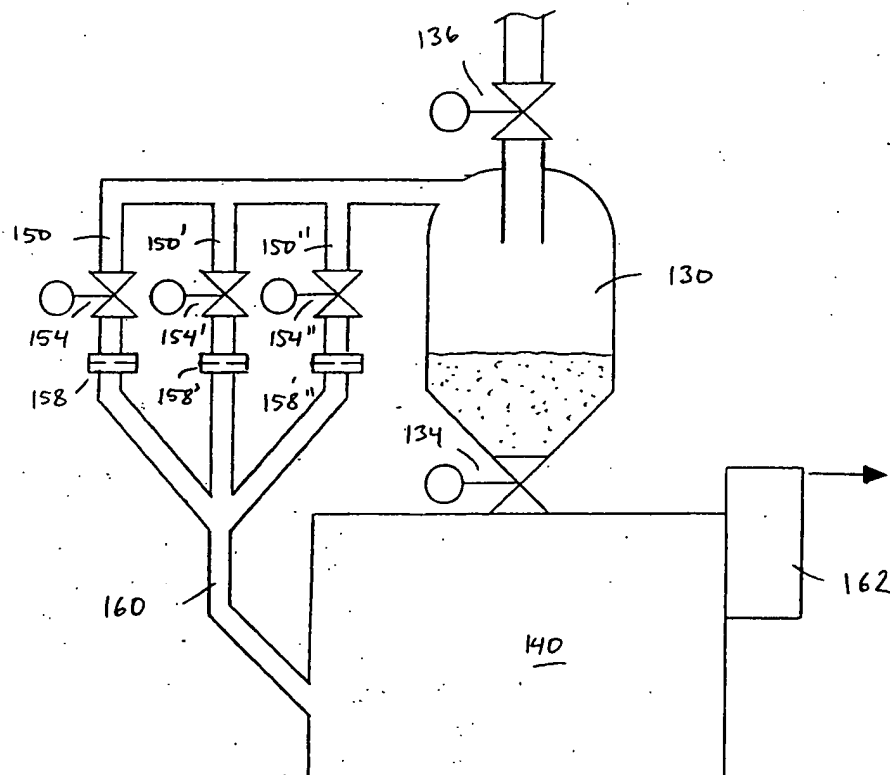
24. Patenttivaatimuksen 15 mukainen laitteisto hiukkasmaisen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että kuljetuslinjassa ennen keräysastiaa sekä keräysastian ja vastaanottoastian välillä on kaasutiivis venttiili.

35

25. Patenttivaatimuksen 15 mukainen laitteisto hiukkasmai-  
sen materiaalin kuljettamiseksi **tunnettu** siitä, että ke-  
räysastia on sovitettu vastaanottoastian yläpuolelle ja  
astioiden välillä on venttiili, jonka läpi hiukkasmainen  
5 materiaali voi pudota vastaanottoastiaan.



Kuvio 1.



Kuvio 2

Kuvio 3.

